引用格式：肖小溪, 高小山, 袁亚湘. 数学研究的特征及资助对策. 中国科学院院刊, 2022, 37(3): 278-287.
Xiao X X, Gao X S, Yuan Y X. Characteristics and funding strategies of mathematical research. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(3): 278-287. (in Chinese)

# 数学研究的特征及资助对策

肖小溪[1]　高小山[2]　袁亚湘[2*]

1 中国科学院科技战略咨询研究院　北京　100190
2 中国科学院数学与系统科学研究院　北京　100190

**摘要**　加强数学领域瞄准国家战略需求和科学前沿重大问题的研究，有利于推动数学研究在国家发展和国际竞争中发挥更为重要的战略作用。文章梳理了数学研究的基本特征，总结了国际上资助数学研究的实践经验，深刻分析了我国数学领域资助缺乏整体规划，持续稳定支持不足，高水平人才培养、选拔和资助机制亟待完善等突出问题，并提出提高数学研究整体资助水平、加强对数学领域高水平人才和基地的稳定支持、推动数学与其他学科领域的交叉融合、建设和稳定支持一个高水平国际数学交流中心等政策建议。

**关键词**　数学研究，特征，资助

**DOI**　10.16418/j.issn.1000-3045.20220210004



数学是最为典型的基础学科，数学研究的重要性从古至今都毋庸置疑。近10年来，欧美主要国家进一步强调了数学研究在提高国家核心竞争力中的战略作用。2010年欧洲科学基金会（ESF）发布的《数学与产业》报告指出：学术界和产业界的许多领域都依赖数学科学开拓新领域和推动发展[1]。美国国家研究理事会（NRC）在《2025年的数学科学》中指出：数学攸关国家经济社会乃至国家安全的现实利益[2]。英国工程与物质科学研究理事会（EPSRC）的研究报告指出：2010年，数学科学研究对英国经济的量化贡献估计约为280万个就业岗位（约占英国所有工作岗位的10%）和2 080亿英镑的增加值总额（约占英国增加值总额的16%）[3]。

当前，我国政府和科技界也将加强数学等基础研究提升到前所未有的战略高度。例如，2018年《国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见》指出，“与建设世界科技强国的要求相比，我国基础科学研究短板依然突出，数学等基础学科仍是最薄弱的环节”；2021年11月中国科学院颁布《关于加强基础研究的若干意见》①，提出“强化数学、理论物理、

*通信作者
资助项目：中国科学院学部咨询项目（2021-ZW02-W-003）
修改稿收到日期：2022年2月28日

① 一图读懂：中国科学院“基础研究十条”. (2021-11-25)[2022-02-26]. https://www.cas.cn/gd/202111/t20211125_4815846.shtml.

理论化学等基础学科对应用型学科发展和关键核心技术突破的引领支撑作用”，“在数学、物理、化学等领域建设一批基础学科研究中心”。然而，目前我国数学研究仍然存在稳定资助不足、人才重视不够等突出问题，数学作为国家战略需求的基础性作用没有有效发挥，亟待在借鉴国际经验和分析现实问题的基础上，完善相关体制机制以更好地支持我国的数学研究。

## 1 数学研究的重要意义

数学是研究现实世界中的数量关系和空间形式的科学。作为最为基础的学科，数学在人类定量认识世界、描述和发现规律，以及培养高素质创新人才的过程中有不可替代的重要作用。加强数学领域瞄准国家战略需求和科学前沿重大问题的研究，有利于推动数学研究在自然科学研究、工程技术研究和前瞻性技术发展中发挥更为重要的作用。

（1）数学为自然科学研究提供精确的语言和严格的方法，发挥基础工具和基础知识的作用。例如，黎曼几何和曲率是爱因斯坦广义相对论的基础；至今，广义相对论、黑洞的数学描述及其旋转中仍存在未解决的数学问题；希尔伯特空间算子为量子力学提供了自然框架；统计学中的算法研究加速了人类基因组测序的完成；解决天体物理学面临的重大挑战一部分依赖于计算数学的发展；卫星集群和大型地基仪器提供的丰富数据资源需要结合数据科学、计算数学来进行整合分析；数学模型和偏微分方程研究是流体力学与统计物理研究的重要手段。

（2）数学通过与计算机科学的交叉，先后形成了科学研究的“第三范式”（计算仿真）和“第四范式”（数据驱动），为其他领域的科学研究提供了新的手段和工具。科学与工程计算的兴起是20世纪后半叶最重要的科技进步之一，其实现了对无法进行解析求解且难以进行实验的物理过程进行模拟，如海啸、气候变化、核爆等；这使得计算仿真被公认为实验和理论推理之后科学研究的第三范式[4]，并由此产生了计算流体力学、计算材料学、计量经济学、计算地理学等新兴交叉学科。20世纪末、21世纪初，第三范式中抽离出来数据驱动的科研范式（又称为“数据密集型科研”）[5]，可以从大数据中直接挖掘知识并进行预测。人工智能特别是深度学习技术的快速发展提供了大数据分析的核心算法，推动大数据分析与人工智能成为新的创新动力。例如，过去天文学研究主要依赖于使用天文望远镜进行观测和研究；当前，天文学已经成为数据密集型科学研究的领头羊[6]，其对于海量数据的数据挖掘和知识发现越来越离不开大数据集统计分析的支撑。又如，基因测序产生的海量数据使得数据驱动方法成为生物学与医学研究的核心手段。2021年8月，DeepMind公司使用其开发的AlphaFold 2人工智能程序从基因组序列出发预测了人类的98.5%的蛋白质三维结构，这是数据驱动科研范式的典范。

（3）数学是推动技术发展和社会进步的重要基础。以人类历史上的历次产业革命为例，它们都与当时数学研究中发现的新理论、新方法的直接或间接驱动有关。第一次产业革命，主体技术是蒸汽机、纺织机等的发明，其设计原理涉及对运动与变化的计算，这与当时微积分的发现和应用有直接关系。第二次产业革命的主要特征是发电机、电动机的发明和电气通信等电磁理论的应用，而电磁理论是当时数学分析、偏微分方程等数学学科取得巨大发展的直接产物。第三次产业革命，主要应归功于电子计算机的发明和使用、原子能的利用等。爱因斯坦利用数学理论推导出了质能方程，为原子能的释放提供了科学依据；图灵从数学上证明了制造通用数字计算机的可能性，现代计算机是以数学家冯·诺依曼的设计思想为基础设计制造的[7,8]。当前，以物联网、大数据、机器人和人工智能为代表的数字技术正在推动第四次产业革命的兴起，数学的基础性作用更加不言而喻。

## 2 数学研究的主要特征

数学是典型的基础学科，具备基础研究的一般性特征，以新知识、新原理、新方法等为主要的产出形式。此外，相比于其他领域的基础研究，数学研究高度依赖于人的理性思维能力，通过人与人之间的交流与讨论促进思维火花的迸发，因而也离不开轻松自由的学术氛围。

（1）数学研究包括兴趣驱动和战略目标驱动2种。历史上数学曾经被作为“纯（pure）科学”的典型代表。1883年8月15日，美国物理学会第一任会长亨利·奥古斯特·罗兰[9]在美国科学促进会年会上发表的题为《为纯科学呼吁》的著名演讲，指出“为了应用科学，（纯）科学本身必须存在”，并将数学、物理等纯科学视为推动世界进步的动力，这表明了数学研究对于世界进步具有战略意义。作为一门典型的基础学科，数学领域无论是基础数学分支还是应用数学分支都在不同程度上具有基础研究的特征。前者更多地由个人兴趣导向驱动，而后者更多地由战略目标驱动，是在战略目标牵引下开展的基础研究。例如，二战期间数学家在高速飞行器、核弹设计、火炮控制、物资调运、密码破译及军事运筹等方面的需求牵引下开创了许多新的数学分支，如运筹学、密码学、控制论等[10]。

（2）数学研究高度依赖于具有超强思维能力的人才。尽管任何领域的科研都离不开人才，但是数学领域人才的重要性更加凸显。有关数学家的成长经历的研究表明，历史上杰出的数学家大多数都是思维缜密的天才，在年轻时就展现出卓越的数学才能；因此，数学领域最著名的奖菲尔兹奖（被称为数学的诺贝尔奖）仅授予40岁以下的青年数学家。例如，欧拉是18世纪数学界的中心人物，得益于其自身极高的天赋和惊人的记忆力[11]，19岁就发表了有影响力的论文并荣获巴黎科学院的资金。“数学王子”高斯在少年时期就发现了“高斯定理”，19岁成功证明了正十七边形可以用尺规作图作出。拉格朗日19岁时就因为研究等周问题扬名世界，成为欧洲最一流的数学家。即使是一些大器晚成的数学家，也同样具有超越一般人的缜密思维能力。例如，被誉为“现代分析学之父”的德国数学家魏尔斯特拉斯42岁才到柏林工业大学任数学教授（后来转任柏林大学教授，直至去世），同年被选举为柏林科学院院士。此前，他长期担任中学数学教师。但是，魏尔斯特拉斯的数学才能在14岁时就已经展露②。旅美华人数学家张益唐58岁时在数学难题上获得重大突破，但其很早就展现出过人的数学天分，本科毕业于北京大学数学系③。

（3）数学研究与众多学科领域的交叉融合日趋凸显。任何一门成熟的科学都需要用数学语言来描述，并在数学模型的框架下来表达它们的思想和方法。当代数学不仅继续和传统的邻近学科保持紧密的联系，而且和一些过去不太紧密的学科也建立了关联，形成了数学化学、计算生物学、数学地质学、数学心理学、金融数学、计算材料学等众多交叉学科。与此同时，数学与信息、航天、医药、材料、能源、生物、环境等领域的联系越来越密切，数学在科学的交叉和解决这些领域的科学问题中发挥更大的作用。例如，信息科学与数学的关系十分密切，信息安全、无线通信、计算机视觉、计算机听觉、图像处理、网络搜索、商业广告、反恐侦破、遥测遥感都大量地运用了数学。又如，数学在人工智能和机器学习中也起了很重要的作用，如环境感知、计算机视觉、模式识别与理解及知识推理等。

② 环球信息网. 魏尔斯特拉斯（大器晚成的数学伟人——魏尔斯特拉斯）. (2021-08-03)[2022-01-10]. https://www.gpbctv.com/swkx/202108/328286.html.

③ 杜文龙. 大器晚成的数学明星：张益唐. (2013-10-11)[2022-01-10]. https://www.edu.cn/zhong_guo_jiao_yu/renwu/ziliao/201310/t20131011_1026915.shtml.

（4）数学研究离不开充分的交流与讨论。无论是高难度的数学难题的解答，还是通过与其他学科领域的交叉融合以解决实际问题，都需要思想的碰撞，因而国际上数学研究和教学都非常重视交流与研讨。匈牙利数学家瑞伊（Renyi）有句名言：“数学家是一台将咖啡变成定理的机器”，这是数学家们边喝咖啡边交流思想的缩影。例如，首位获得菲尔兹奖的华人数学家丘成桐曾经介绍，他在美国大学指导研究生时，开了很多讨论班，目的是通过讨论使大家互相启发、取长补短[12]。国际上一些主要的基础数学中心，如美国普林斯顿高等研究院与设在加州大学伯克利分校的数学科学研究中心、英国牛顿数学研究所、德国奥博沃尔法赫数学研究所、加拿大菲尔兹研究所等，都将合作交流作为其主要研究方式。此外，国际上大大小小的学术会议也是数学研究交流研讨的重要平台。例如，国际数学家大会（ICM）是各国数学家高度关注的国际会议，不仅因为该大会遴选和颁发菲尔兹奖，而且因为该大会邀请杰出的数学家通过大会报告的形式分享和交流研究成果。

## 3 国际上资助数学研究的实践经验

国际上对数学研究普遍采用对高水平团队长期稳定支持的方式。在具体做法上，对数学领域的长期稳定支持主要有2种形式：① 建立专业的数学研究机构并择优稳定支持机构内的高水平团队；② 组织实施面向全国的重大科技计划，并通过竞争性择优的方式进行项目部署。

### 3.1 建立专业数学研究机构并择优支持高水平团队

数学实力往往影响着国家实力，世界强国必然是科技强国，也一定是数学强国。二战以来，欧美等国政府在稳定支持研究型高校开展高水平数学研究以外，纷纷建立专业的数学科学研究机构，并为机构中的高水平团队提供长期稳定的经费支持。

美国能源部（DOE）下属的多个国家实验室设有数学研究部。例如：阿贡国家实验室的数学与计算机科学部有人员约200人，致力于应用数学、计算机科学和计算科学研究，为解决国家最重要的、最关键的科学问题提供数值工具和技术。劳伦斯利弗莫尔国家实验室设有应用科学计算中心，针对美国国家安全方面的重要问题，开展计算机科学、计算物理学、应用数学和数据科学领域的研究工作。橡树岭国家实验室计算机科学与数学部，致力于高性能计算、应用数学、智能系统、信息技术方面的基础和应用研究。美国能源部不仅为其下属国家实验室提供稳定的经费支持，还发布公开项目，支持高校等单位开展数学研究。

德国马普学会于1980年成立数学研究所，开展基础数学研究；1996年成立自然科学数学研究所，开展数学在其他自然科学中的应用研究。这2个研究所的经费中绝大部分（80%—85%）由马普学会总会提供给高水平团队的经费组成。一般而言，马普学会的研究所有3—4位轮执所长；每位所长都需通过严格的全球公开招聘，代表该学科方向上的高水平团队。马普学会总会为这些高水平团队提供的经费能够保障其长期稳定地开展研究。例如，马普数学研究所的现任执行所长为年仅30岁的Peter Scholze，他是算术几何领域（数论和代数几何的交叉点）全球领军人物之一，2018年获菲尔兹奖④；马普自然科学数学研究所的3位所长Jürgen Jost、Felix Otto、Bernd Sturmfels分别是复杂系统中的数学问题、材料科学和流体力学中的分析模型、非线性代数这3个方向上的全球领军人物⑤。

日本文部科学省于2007年推出的“世界顶级研

④ http://www.hcm.uni-bonn.de/de/people/profile/peter-scholze/.
⑤ https://www.mis.mpg.de/people/scientific-members.html.

究基地计划”（WPI），旨在遴选日本大学、国立研究机构中的高水平团队建立卓越中心（WPI 基地），通过政府长期（10 年）稳定地提供财政支持并配套严格的评价体系，吸引世界上最出色的研究者，以提高日本的基础研究能力和国际竞争力。*目前，已经资助的 13 个 WPI 基地当中，有 4 个基地是数学与其他领域组成的交叉团队。*例如：日本东北大学材料科学高等研究所（AIMR）致力于通过数学和材料科学的交叉融合来开发新的功能材料，研究者主要来自材料学、基础数学、应用数学等方向；东京大学卡弗里宇宙物理学与数学研究所（Kavli IPMU）主要通过数学和天文物理的融合型研究来探寻宇宙的起源与演进；东京大学神经智能国际研究机构（IRCN）通过生命科学、语言学、数学、信息学的交叉来探索新的人工智能；京都大学人类生物学高等研究基地（ASHBi）旨在通过生物学、数学和伦理学的交叉来更好地开展人类生物学[13]。

此外，还有诸多美国、英国、加拿大、法国的高水平数学研究团队组建了数学专门机构并持续稳定地获得资助，如美国普林斯顿高等研究院、美国加州大学伯克利分校的国家数学科学研究所、美国布朗大学计算与实验数学研究所，英国剑桥大学牛顿数学研究所、加拿大多所大学共建的菲尔兹数学科学研究所等。

### 3.2 组织实施数学相关交叉领域的重大科技计划

近年来，欧美等国纷纷实施数学相关研究的重大科技计划，形成项目资助数学重大计划的机制。目前，欧美国家一般将数学及其交叉领域的战略融合到先进计算、人工智能等领域的战略和计划中；通过这些战略和计划，以竞争择优的方式，将科研任务交付给高水平的研究团队。

*以美国为例，美国政府多渠道为数学研究提供稳定的经费支持。*除了美国国家科学基金会（NSF）对数学的系统支持外，美国能源部、美国国防部高级研究计划局（DARPA）、美国海军、美国国家标准与技术研究院（NIST）都设有数学资助计划，形成了对于数学的系统支持体系。在实施重大科技计划方面，2016 年美国发布“国家战略计算计划战略规划”，2019 年将该规划更新为“国家战略性计算计划：引领未来计算”[14]；该规划旨在增强建模、数值模拟和数据分析技术融合，实现百亿亿次计算能力的先进计算生态系统。2020 年 10 月，美国国家科学技术委员会（NSTC）再次将其更新为“开创未来先进计算生态系统：战略规划”[15]，并确定美国能源部、美国国防部（DOD）和美国国家科学基金会为牵头机构，联合美国国防部高级研究计划局和美国国家标准与技术研究院等机构共同支持先进计算领域的基础研究。

*在这些国家战略之下，美国联邦部门设立专门的数学研究重大计划。*以美国能源部实施的先进科学计算研究计划为例，在 2017—2019 财年分别投入经费 6.47 亿美元、8.10 亿美元和 9.36 亿美元，年均增长 20.4%，主要在数学和计算机科学、计算科学交叉、高性能计算与网络设施方面等开展研究[16]。美国国防部高级研究计划局以发展颠覆性技术与引领学科发展为其宗旨，近年来支持的项目中，30 余个与数学相关，在多个方向引领了应用数学的发展。例如，2015 年美国国防部高级研究计划局资助量化物理系统的不确定性研究（EQUiPS）。该项目通过开发数学工具及方法来解决与多变量系统相关的挑战，并对建模和设计过程中每个步骤的不确定性进行验证[17]。又如，2020 年美国国防部高级研究计划局支持的新型计算模式（AC）项目，重新开启了对于模拟计算的研究。

以欧洲来看，欧洲“地平线 2020”计划提出数据管理计划，旨在实现数据基础设施的安全互连，更好地管理重大设施产生的海量数据；法国 2018 年“重大设施规划路线图”新增了“数据基础设施”类别，并将原来归类于“数学”领域的若干重大设施重

新纳入这一新增类别单独管理[18]；2020年2月欧盟委员会发布了《人工智能白皮书：欧洲追求卓越和信任的方法》，指出欧盟在神经形态计算、高性能计算、边缘计算和量子计算领域的基础将推动其在人工智能领域的发展和领先地位；同年5月，欧盟委员会在一项名为“欧盟下一代”的复苏计划提案中，提出了投入610亿欧元刺激和引导私营资本加大对5G通信、人工智能等数字经济的投资[19]。

## 4 我国数学研究的资助现状和问题

我国是一个数学大国，取得过一批具有国际重要影响的研究成果，在国际上占有一席之地。自2014年以来，中国数学科学论文数量国际排名第1位；我国数学成果获得了邵逸夫数学奖、未来科学大奖等重要奖励；越来越多中国数学家被邀请在国际重要学术会议上作报告；我国数学家出任国际学术组织重要职务，包括国际工业与应用数学联合会主席、国际数学联盟副主席等。

但我国还不是数学强国，在数学领域能做出重大创新、引领发展的数学家人数比例小。具体表现为：旗帜性的数学家群体少；缺少有重大国际影响的数学学派；缺少重大原创性的数学理论和成果；本土数学家在菲尔兹奖和沃尔夫奖等世界顶级大奖还没有实现零的突破等；承担和解决国家重大需求问题的能力与贡献不够突出；数学各分支的发展不平衡，尤其一些重要数学领域研究队伍偏小。究其原因，主要有3个方面。

（1）我国数学领域缺乏整体规划，数学研究的资助机制不完备。国家层面尚未形成数学领域自由探索类研究资助和战略性研究资助相互补充的整体规划，瞄准重大前沿问题或者国家需求的长期性、战略性数学研究没有得到充分重视。目前，国家自然科学基金委员会主要支持自由探索类数学研究；教育部、中国科学院等主要支持数学学科建设和相关基础与应用数学发展；而科学技术部支持建立的国家重点实验室中数学领域只有一个。最近，科学技术部加强了对数学领域的支持，代表性的举措有建立13个国家数学应用中心（与地方共建），以及设立“数学和应用研究”重点研发项目。

（2）我国数学领域的基础研究缺乏持续稳定支持。近年来，我国政府科技资助体系中对数学研究的支持总体上还较低，尚没有形成对数学研究的持续稳定支持。一方面，在国家提供一定稳定经费的国家重点实验室序列中，数学领域只有一个科学与工程计算国家重点实验室。另一方面，我国数学领域资助格局以竞争性经费为主，针对国家战略需求长期稳定支持不足，这导致数学领域的科研人员疲于从多方面争取不同类型的资助，不能集中精力开展系统性研究。此外，国家组织开展的人工智能、先进计算、生命健康等方面的重大科技项目中，部分项目涉及数学的基础性作用。但这些项目数学学科的特点考虑不足，不利于数学研究团队的深度参与。

（3）我国数学领域高水平人才的培养、选拔和资助机制亟待完善。开展数学研究离不开数学人才的培养和支持。一方面，现有的资助和评价机制不利于数学研究者专心致志、心无旁骛地投入重大科学问题的研究，不利于数学研究高地的形成，缺乏做出重大原创性成果所需的宽松、自由的学术氛围和长期稳定的经费保障。另一方面，数学研究主要靠数学家个人的脑力、思考。相比于其他领域而言，数学家作出突出贡献的平均年龄更早，一般在博士阶段或者获得博士学位之后的几年之内就能有突破，取得重要成果。我国现有人才计划对于已经取得优秀成绩的青年科研人员是一种荣誉和激励，但是在鼓励和培养那些未取得重大成绩的、尚处于博士阶段或科研生涯早期的科研人员方面没有形成正向的激励作用。

## 5 政策建议

当前，随着国与国之间的竞争前移到基础研究阶

段，数学研究对于一国科技创新的长远发展和科技人才的培养都具有不可或缺的基础性作用。从数学研究的特征出发，相比国际经验，我国数学研究的资助机制有待进一步发展和完善。

（1）提高对数学研究的整体资助水平，新增针对战略性、引领性数学研究的项目资助。加强国家层面对数学研究的顶层规划和资助，一方面，进一步提高国家自然科学基金对自由探索类数学研究的支持力度和范围；另一方面，增设一类专门资助战略性基础研究的项目类型，以加强我国对数学领域战略性研究的支持，并与 2021 年国家重点研发计划新设的重点研发专项“数学和应用研究”形成相互补充，形成我国对于数学研究资助的系统支持体系。“数学和应用研究”重点专项面向制约核心产业发展的数学问题，通过专项项目及其中实施的“揭榜挂帅”项目，调动对数学算法有重大需求的信息技术及航空航天等企业的积极性，引导民间社会资本投入数学研究，充分发挥社会研发机构的灵活机制。建议新设立的数学领域战略性研究项目集中多方力量长期主攻代数与数论、几何与拓扑学、现代分析与数学物理、概率论与数理统计、计算数学、运筹学与控制论、组合与计算机数学、数据科学与人工智能等方向上的重大前沿问题研究，如高性能计算、网络与信息安全的数学理论、人工智能与大数据的数学理论、后香农时代通信的数学理论等；开辟能够引领数学领域未来发展的新方向，推动数学领域战略引领作用的发挥，为我国自主创新能力提升提供基础性、前瞻性与关键性贡献。

（2）加强对数学领域高水平人才和基地的稳定支持，发挥国家战略科技力量的作用。对数学研究的持续稳定支持，核心是要为高水平数学人才和数学研究机构提供稳定性支持。一方面，加大对现有的数学研究机构的持续稳定支持，并在正在推进的国家重点实验室体系重组[⑥]、国家工程研究中心优化整合、基础学科研究中心建设等工作中，加强对数学领域及数学与其他学科交叉领域的布局，对遴选出来的高水平团队提供持续稳定支持，建设形成数学领域具有国际一流研究水平的研究高地。另一方面，加大对数学人才的培养体系建设和数学交流平台建设的支持，通过项目、基地、人才等统筹配置促进我国数学领域可持续发展需要。

（3）推动数学与其他学科领域的交叉融合，促进数学对解决实际问题的支撑。建立有利于数学与其他学科交叉融合的制度安排，特别是在能源、生物、信息、空天等领域重大科技问题的组织和管理中，探索满足国家需求和尊重基础科学规律相结合的机制，带动数学研究者在实际问题的需求牵引下提出原创性问题、发展原创性理论，解决一批影响未来发展的重大数学难题和若干与数学密切相关的“卡脖子”技术难题，开辟能够引领数学领域未来发展的新方向。同时，鼓励和引导数学领域科研人员深度参与实际问题的解决，并给予其必要的自主性，以促进数学等基础学科更好地发挥对应用型学科发展和关键核心技术突破的引领支撑作用。

（4）建设和稳定支持一个高水平国际数学交流中心。由于学术交流对数学研究的重要性，结合国际上成功经验，我国有必要建设一个类似德国奥博沃尔法赫数学研究所、英国牛顿数学研究所、美国数学科学研究所的国际数学合作交流中心并给予长期稳定支持。这对加强我国与世界数学强国的交流与合作、培养我国数学青年人才、提高我国数学研究水平都将起到积极的作用。

**致谢** 本文得到陈志明、江松、汤涛、田刚、王小云、席南华、徐宗本、叶向东、张平文、雷震、田野、文再文等院士专家的咨询指导和大力支持，特此表示感谢！

⑥ 根据 2021 年编制完成的重组国家重点实验室体系方案，国家重点实验室体系很可能分批转变为全国重点实验室体系。

## 参考文献

1 ESF. Forward Look: Mathematics and Industry, 2010. [2022-01-20] http://archives.esf.org/fileadmin/Public_documents/Publications/mathematics%26industry.pdf.

2 NRC. The Mathematical Sciences in 2025. [2022-01-10]. https://inside.tamuc.edu/academics/colleges/scienceEngineeringAgriculture/documents/mathin2025.pdf.

3 EPSRC. Research Performance & Economic Impact Report 2011/2012. [2022-01-10]. https://epsrc.ukri.org/newsevents/pubs/research-performance-and-economic-impact-report-2011-12/.

4 郎杨琴, 孔丽华. 科学研究的第四范式：吉姆·格雷的报告"e-Science：一种科研模式的变革"简介. 科研信息化技术与应用, 2010, 1(2): 92-94.
Lang Y Q, Kong L H. The fourth paradigm of scientific research: Introduction to Jim Gray's report "E-Science: A Model of Scientific Research Transformation". e-Science: Technology and Application, 2010, 1(2): 92-94. (in Chinese)

5 邓仲华, 李志芳. 科学研究范式的演化——大数据时代的科学研究第四范式. 情报资料工作, 2013, (4): 19-23.
Deng Z H, Li Z F. The evolution of scientific research paradigm: The fourth paradigm of scientific research in the era of big data. Information and Documentation Services, 2013, (4): 19-23. (in Chinese)

6 崔辰州, 于策, 肖健, 等. 大数据时代的天文学研究. 科学通报, 2015, 60(S1): 445-449.
Cui C Z, Yu C, Xiao J, et al. Astronomy research in big-data era. Chinese Science Bulletin, 2015, 60(S1): 445-449. (in Chinese)

7 黄雷. 数学与工业革命. [2022-01-12]. https://www.sohu.com/a/326709013_505893.
Huang L. Mathematics and the Industrial Revolution. [2022-01-12]. https://www.sohu.com/a/326709013_505893. (in Chinese)

8 钱秀菊. 数学是推动人类社会进步的强大动力. 电子制作, 2014, (7): 278.
Qian X J. Mathematics is a powerful power to promote the progress of human society. Electronic Manufacture, 2014, (7): 278. (in Chinese)

9 亨利·奥古斯特·罗兰. 为纯科学呼吁. 王丹红, 译. 科技导报, 2005, 23(9): 74-79. (in Chinese)
Rowland H A. A plea for pure science. Translated by Wang D H. TScience & Technology Review, 2005, 23(9): 74-79.

10 李大潜. 谈谈现代应用数学. 中国科学院院刊, 2003, 18(3): 219-222.
Li D Q. Discussion about modern applied mathematics. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2003, 18: 219-222. (in Chinese)

11 周建勋, 陈华, 徐沥泉. 数学——直觉与逻辑的交响乐. 大连: 大连理工大学出版社, 2009: 232-236.
Zhou J X, Chen H, Xu L Q. Mathematics—Symphony of intuition and logic. Dalian: Press of Dalian University of Technology, 2009: 232-236. (in Chinese)

12 顾迈南, 卓培荣. 旅美著名青年数学家丘成桐谈：高等院校人才培养问题. 瞭望周刊, 1984, (31): 45.
Gu M N, Zhuo P R. Qiu Chengtong, a famous young mathematician in the United States, on the problem of talent cultivation in colleges and universities. Liaowang Weekly, 1984, (31): 45. (in Chinese)

13 JSPS. World Premier International Research Center Initiative. [2022-01-20]. https://www.jsps.go.jp/english/e-toplevel/data/19_pamphlet/wpi_v17_forWEB.pdf.

14 NSTC. The National Strategic Computing Initiative Update: Pioneering the Future of Computing. [2022-01-06]. https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2019/11/National-Strategic-Computing-Initiative-Update-2019.pdf.

15 NSTC. Pioneering the Future Advanced Computing Ecosystem: A Strategic Plan. [2022-01-06]. https://www.nitrd.gov/pubs/Future-Advanced-Computing-Ecosystem-Strategic-Plan-Nov-2020.pdf.

16 陈云伟, 曹玲静, 陶诚, 等. 科技强国面向未来的科技战略布局特点分析. 世界科技研究与发展, 2020, 42(1): 5-37.
Chen Y W, Cao L J, Tao C, et al. Analysis on the feature of power's future-oriented S&T strategies. World Sci-Tech R&D, 2020, 42(1): 5-37. (in Chinese)

17 袁政英. DARPA"量化物理系统的不确定性"项目取得重大进展. [2022-01-06]. https://www.sohu.com/

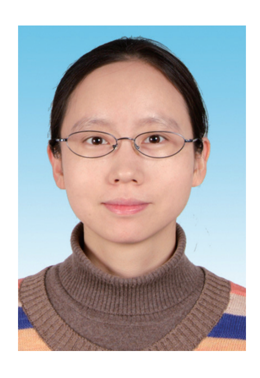
a/143083925_635792.
Yuan Z Y. DARPA's Project to quantify uncertainty in Physical Systems has made significant progress. [2022-01-06]. https://www.sohu.com/a/143083925_635792. (in Chinese)
18 李泽霞, 郭世杰, 董璐等. 趋势观察：国际重大科技基础设施布局特点及发展趋势. 中国科学院院刊, 2021, 36(4): 514-516. (in Chinese)
Li Z X, Guo S J, Dong L. Trends observation: Layout features and development trends of major international science and technology infrastructure. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(4): 514-516. (in Chinese)
19 刘小平, 吕凤先. 2020年基础前沿交叉领域发展态势与趋势. 世界科技研究与发展, 2021, 43(5): 575-591.
Liu X P, Lv F X. Trends of basic frontier research in the interdisciplinary field in 2020. World Sci-Tech R&D, 2021, 43(5): 575-591. (in Chinese)

# Characteristics and Funding Strategies of Mathematical Research

XIAO Xiaoxi[1] GAO Xiaoshan[2] YUAN Yaxiang[2*]
(1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
2 Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

**Abstract** Strengthening mathematical research aiming at the national strategic needs and major frontier problems is conducive to promoting mathematics research to play a more important strategic role in national development and international competition. This study analyzes the basic characteristics of mathematical research, summarizes the international experiences in funding mathematical research, and then deeply analyzes the major problems of Chinese funding mechanisms for mathematical research, such as the lack of overall planning, the short of sustainable and stable support, and the urgent need to improve the training, selecting, and funding mechanism for high-level mathematical talents. It also puts forward some policy suggestions, namely, improving the overall funding level of mathematics research, strengthening the stable support for high-level mathematical talents and bases, promoting the integration of mathematics and other disciplines, and building and stably supporting a high-level international mathematics exchange center.

**Keywords** mathematical research, characteristics, funding



**肖小溪** 中国科学院科技战略咨询研究院副研究员。主要研究领域：科技管理与评价。2014年毕业于中国科学院大学，获得管理科学与工程专业博士学位。近年来主要承担来自中国科学院、国家自然科学基金委员会等的科研课题，围绕科技评价、科技政策等主题在国内核心期刊发表学术论文20余篇。E-mail: xiaoxiaoxi@casisd.cn

**XIAO Xiaoxi** Ph.D., Associate Professor at Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). Her main research fields cover science and technology management and evaluation. In 2014, she graduated from the University of Chinese Academy of Sciences and obtained a doctor's degree in Management Science and Engineering. In recent years, she has mainly undertaken research funds from CAS, National Natural Science Foundation of China, and has published more than 20 academic papers in domestic core journals focusing on science and technology evaluation, science and technology policy, and other topics. E-mail: xiaoxiaoxi@casisd.cn

*Corresponding author



**袁亚湘** 中国科学院院士，发展中国家科学院院士，巴西科学院通讯院士，美国数学会首届会士，美国工业与应用数学学会会士。中国科学院数学与系统科学研究院研究员。中国科学技术协会副主席，国际工业与应用数学联合会主席。曾任中国数学会理事长、中国运筹学会理事长、国际运筹学联合会副主席。主要研究方向是最优化计算方法。E-mail: yyx@lsec.cc.ac.cn

**YUAN Yaxiang** Professor, Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences (CAS). He is a Academician of CAS, Fellow of the World Academy of Sciences for the advancement of science in developing countries (TWAS), Corresponding Member of Brazilian Academy of Sciences, Fellow of American Mathematical Society (AMS), Fellow of Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM). Currently he is Vice President of China Association for Science and Technology, President of International Council for Industrial and Applied Mathematics. He is former President of Chinese Mathematical Society, former President of Operational Research Society of China, and former Vice President of International Federation of Operational Research Societies. His major research interests are numerical methods for optimization. E-mail: yyx@lsec.cc.ac.cn



■责任编辑：岳凌生